



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 06160422 A

(43) Date of publication of application: 07.06.94

(51) Int. Cl

G01P 15/12

(21) Application number: 04310656

(22) Date of filing: 20.11.92

(71) Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD FUJITSU
TEN LTD

(72) Inventor: YUSHINA MASAYUKI

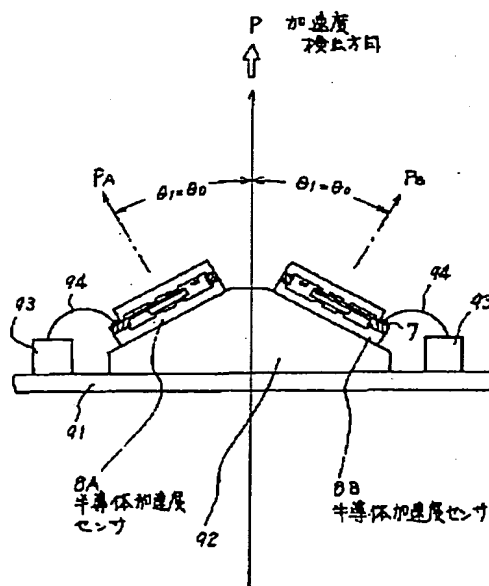
(54) SEMICONDUCTOR ACCELERATION SENSOR

(57) Abstract:

PURPOSE: To expand the range of acceleration detecting angles of two semiconductor acceleration sensors by symmetrically arranging the sensors so that the acceleration detecting direction of each sensor can form a prescribed angle against an acceleration detecting direction.

CONSTITUTION: Two semiconductor acceleration sensors 8A and 8B are fitted to a mount 92 so that the acceleration detecting directions PA and PB of the sensors 8A and 8B can form a prescribed angle θ_1 against an acceleration detecting direction P, for example, the advancing direction of an automobile, and the sensors 8A and 8B are connected to terminal blocks 93 through connecting lines 94. When the angle θ_1 between the acceleration detecting direction P and the detecting directions PA and PB of the sensors 8A and 8B is set at Q_0 which is equal to $1/2$ of the detecting angle ranges of 60° of the sensors 8A and 8B and the detecting angle ranges of the sensors 8A and 8B are added to the Q_0 , the overall detecting angle range $2Q_2$ of the two sensors becomes $2Q_2 = 2 \times 2Q_0$, namely, the range $2Q_2$ can be expanded to 120° . In addition, since these sensors are improved in impact resistance by means of stoppers, the sensors can effectively cope with collisional accidents from the lateral sides in addition to that the detecting angle range of the sensors can be expanded.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-160422

(43)公開日 平成6年(1994)6月7日

(51)IntCl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 P 15/12

審査請求 未請求 請求項の数4(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-310656

(22)出願日 平成4年(1992)11月20日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(71)出願人 000237592

富士通テン株式会社

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

(72)発明者 油科 政行

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

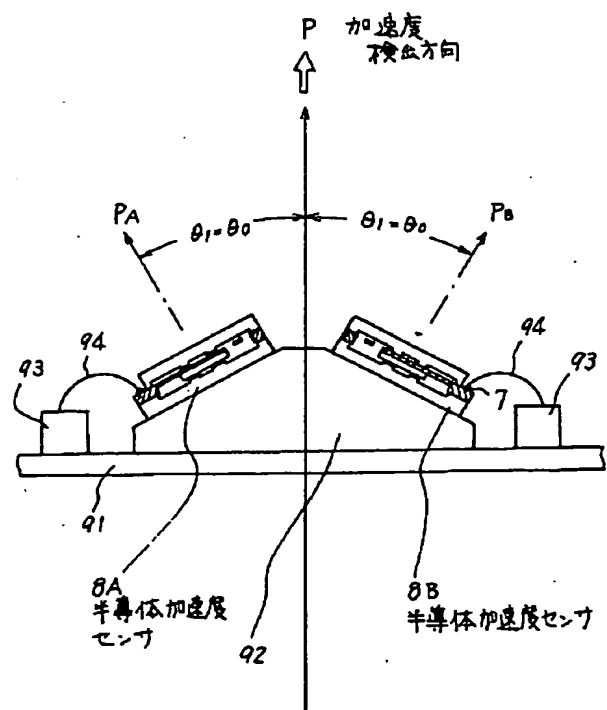
(74)代理人 弁理士 山口 巖

(54)【発明の名称】 半導体加速度センサ

(57)【要約】

【目的】半導体加速度センサの加速度検出角度範囲を拡大する。

【構成】2個の半導体加速度センサ8Aおよび8Bが加速度検出方向Pに対しそれら各々の加速度センサの加速度検出方向P_AおよびP_Bが所定の角度をなして対称に配置されてなるようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】それぞれ厚肉状の重りと、この重りと所定の間隔を有し、かつこの重りを囲うように形成された厚肉状の支持体と、前記重りの外周と前記支持体の内周を連結する薄肉状の梁とからなり、前記梁の上面に歪ゲージが形成された2個の半導体加速度センサが加速度検出方向に対し、それら各々の加速度検出方向が所定の角度をなして対称に配置されてなることを特徴とする半導体加速度センサ。

【請求項2】請求項1記載の半導体加速度センサにおいて、各半導体加速度センサはそれぞれその梁が重りの中心に対し互に 180° の回転移動で合致する一対の薄肉状の梁を1組とする第1および第2の組の梁からなり、これら梁の重りおよび支持体の結合部の上面にそれぞれ梁の長さ方向に歪ゲージが形成され、かつこれら梁の上面にパッシベーション膜が形成されたものからなることを特徴とする半導体加速度センサ。

【請求項3】請求項1あるいは2記載の半導体加速度センサにおいて、各半導体加速度センサはそれぞれその重りの動作変位量以上の変位を防ぐストッパが設けられたものからなることを特徴とする半導体加速度センサ。

【請求項4】請求項1ないし3記載の半導体加速度センサにおいて、各加速度センサは加速度検出方向に対しそれら各々の半導体加速度センサの加速度検出角度範囲のほぼ $1/2$ の角度をなして対称に配置されることを特徴とする半導体加速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体からなる超小型の加速度センサに関する。

【0002】

【従来の技術】図4は従来の半導体加速度センサの一例を示し、図4(a)は斜視図、図4(b)は断面図、図4(c)は回路図である。図4において、加速度センサ8は、四角状の厚肉状の、例えば厚さ400ミクロンの重り1と、この重り1と所定の間隔を有し、かつこの重り1を囲うよう形成された厚肉状の支持体2と、重り1の一側面と対面する支持体2の側面とを連結する薄肉状の、例えば厚さ10~40ミクロンの梁30とからなり、この梁30に歪ゲージ301、302、303、304が形成されている。これら歪ゲージのうち歪ゲージ301、303は梁30と重り1の結合部側の上面にこの梁30の長さ方向に形成され、歪ゲージ302、304はその巾方向に形成される。そしてこれら歪ゲージ301、302、303、304を図4(c)のように歪ゲージ301と303、302と304とをそれぞれ対向させてホイートストンブリッジを構成する。そして、これら歪ゲージを保護するために SiO_2 あるいは SiN などのパッシベーション膜4を全体の上面に形成する。なおVは電源端子、 S_1 、 S_2 は信号出力端子であ

る。

【0003】今、重り1に対し、垂直方向（加速度の検出方向となる）の加速度が加わると重り1は垂直方向の力を受け、梁30は矢印P方向に撓む。このときこの梁30の上面には引っ張り応力が働き、この梁30の長さ方向に形成された歪ゲージ301、303はその抵抗値が増加するが、この梁30の巾方向に形成された歪ゲージ302、304はその抵抗値に変化は生じない。これによってホイートストンブリッジの信号出力端子 S_1 、 S_2 から加速度に比例した大きさの検出信号が出力される。この半導体加速度センサ8は重り1を片側で支持する構造となっているので衝撃に弱い欠点がある。また図4(b)で示すように梁の撓み中心線Bと重り1の重心点Gとの間に距離Lがあるので、横方向（加速度の非検出方向となる）に加速度が加わると、この加速度と距離Lによって重り1に矢印Mに示す方向のモーメントが加わり、重り1は垂直方向に加速度が加わったときと同様垂直方向の力を受け、梁30は矢印P方向に撓んでしまう。この撓みによってもホイートストンブリッジは信号を出力し、この信号出力は干渉出力となり検出精度を低下させる。

【0004】この問題を解決するために、図5に示す半導体加速度センサが提案されている。ここで図5(a)は平面図、図5(b)は断面図、図5(c)は回路図である。図5において、半導体加速度センサ8は、四角形の厚肉状の、例えば厚さ400ミクロンの重り1と、この重り1と所定の間隔を有し、かつこの重り1を囲うよう形成された厚肉状の支持体2と、重り1の外周と支持体2の内周とを連結し、この重りの中心Oに対し互に 180° の回転移動で合致する一対のL字形の薄肉状の、例えば厚さ10~40ミクロンの梁を1組とする第1の組の梁31、33と第2の組の梁32、34とからなり、これら各梁の上面にそれぞれ歪ゲージ311~342が形成されている。

【0005】この半導体加速度センサは、重りは一対の梁によって左右から支持されるので、横方向（非検出方向になる）の加速度が加わった場合、梁の撓みは片側の梁で支持される場合に比し著しく小さくなり干渉出力は低減され、かつ耐久性が向上する。そして、各梁31~34の上面に形成される歪ゲージ311~342は、これら梁と支持体2の結合部側の上面にその長さ方向に形成される第1の型の歪ゲージ311、321、331、341と、その巾方向に形成される第2の型の歪ゲージ312、322、332、342とからなっている。そしてこれら歪ゲージを図5(c)に示すように、第1の組の梁31、33にそれぞれ形成された第1の型の歪ゲージ311、331と第2の組の薄肉状の梁32、34にそれぞれ形成された第1の型の歪ゲージ321、341とを対向させ、第1の組の梁31、33にそれぞれ形成された第2の型の歪ゲージ312、332と第2の組

の梁32, 34にそれぞれ形成された第2の型の歪ゲージ322, 342とを対向させてホイートストンブリッジを構成する。なお4はパッシベーション膜、Vは電源端子、 S_1 , S_2 は信号出力端子である。

【0006】今、重り1に対し垂直方向（加速度の検出方向となる）の加速度が加わると重り1は垂直方向の力を受け、梁31, 32, 33, 34は矢印P方向に撓む。このときこれら梁の梁と支持体2の結合側の上面には引っ張り応力が働き、これら梁の長さ方向に形成された第1の型の歪ゲージ311, 321, 331, 341はその抵抗値が増加するが、これら梁の巾方向に形成された第2の型の歪ゲージ312, 322, 332, 342はその抵抗値に変化は生じない。これによってホイートストンブリッジの信号出力端子 S_1 , S_2 から加速度に比例した大きさの検出信号が出力される。

【0007】また、横方向（非検出方向となる）の加速度が加わった場合、各梁の撓み中心線Bと重り1の重心点Gとの間の距離Lによって重り1にモーメントMが加わり、一対の梁32, 34の一方の梁、例えば梁32の上面に圧縮応力が働くと他方の梁34の上面には引っ張り応力が働くようになる。従ってホイートストンブリッジにおいては、これら梁に形成されている第1の型の歪ゲージ321と341の抵抗変化は互に打消すように働き、ホイートストンブリッジからは信号は出力されないので干渉出力は低減される。

【0008】この新しく提案された半導体加速度センサにおいても次のような問題がある。すなわち、前述のように歪ゲージを保護するために SiO_2 あるいは SiN などパッシベーション膜4を梁の上面に形成するが、このパッシベーション膜4は通常数百度の高温状態で形成され、その後常温に戻されるが、シリコン半導体と熱膨張係数が異なるためシリコン半導体の表面には応力が残留し、この応力によって梁に撓みを生じるようになる。

【0009】このため図5に示す半導体加速度センサにおいて、梁の長さ方向に形成された各歪ゲージ311, 321, 331, 341の抵抗値は変化するが、梁の巾方向に形成された各歪ゲージ312, 322, 332, 342の抵抗値は変化しないので、図4(c)に示すホイートストンブリッジから信号が出力される。この出力信号はオフセット出力と称され、検出誤差となる（説明は省略するが、図4に示す半導体加速度センサにおいても同様である）。

【0010】この問題を解決するために図6に示す半導体加速度センサが更に提案されている。ここで図6

(a)は平面図、図6(b)は断面図、図6(c)は回路図である。図6に示す半導体加速度センサ8は図5に示す半導体加速度センサの各梁31, 32, 33, 34と支持体2との結合部の上面巾方向にそれぞれ形成された歪ゲージ312, 322, 332, 342に代えて、各梁31, 32, 33, 34の重り1との結合部の上面

長さ方向に歪ゲージ315, 325, 335, 345を設けたものである。

【0011】この半導体加速度センサ8はパッシベーション膜4の形成によって、シリコン半導体の表面に応力が残留し、この応力によって梁に撓みを生じたとき、各梁31, 32, 33, 34と支持体2との結合部の上面長さ方向に形成された歪ゲージ311, 321, 331, 341と、各梁31, 32, 33, 34と重り1との結合部の上面長さ方向に形成された歪ゲージ315, 325, 335, 345は同じ抵抗変化を生じる。従って図6(c)に示すホイートストンブリッジに接続したとき、すべての歪ゲージは同じように抵抗変化をしているので、これら抵抗変化は互いに打ち消し合ってオフセット出力を生じることがなくなる。一般にオフセット出力を補償するには、ホイートストンブリッジの各アームの抵抗値を調整してバランスさせるなどの方法が行われるが工数を必要としコストが上昇するので、この半導体加速度センサは量産形として適している。

【0012】図7は更に異なる従来例を示す断面図である。図7は図6に示す半導体加速度センサの重り1にそれぞれ空隙gを介して上部支持基板5および下部支持基板6を設けたものである。この空隙gの長さは重り1の動作変位量より僅かに、例えば10~30ミクロン大きい寸法に設定する。これによってこの半導体加速度センサに衝撃が加わったとき、この上部および下部支持基板5, 6がストッパとして作用するので、耐衝撃性が向上しこの半導体加速度センサは更に衝撃の加わる用途に適している。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】前述の各半導体加速度センサは加速度検出方向が定っており（図4~図6において重り1の垂直方向）、この加速度検出方向からずれるとその検出感度が急激に低下する。図8はその加速度検出感度特性を示したもので加速度検出方向Pに対し、角度 θ がずれたときの検出感度Dを示し、検出感度がそれ程低下しないずれ角を θ_0 。とすると、このずれ角 θ_0 。は例えば検出感度Dが最大の70%に低下するところで、ずれ角 θ_0 。は約30度である。すなわち、加速度検出方向Pに対してこのずれ角 θ_0 。の2倍の約60度の範囲（以下加速度検出角度範囲と称する）しか検出できない。このことは、この半導体加速度センサを、例えば自動車の衝突・振動検知用として用いるときに問題を生じる。すなわち自動車の衝突は前方および左右斜め方向からの衝突が多いところから前述のように検出角度範囲が60度程度では不十分となる。

【0014】本発明の目的は前述の問題点を解決し加速度検出角度範囲を拡大した半導体加速度センサを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】前述の目的を達成するた

めに本発明の半導体加速度センサはそれぞれ厚肉状の重りと、この重りと所定の間隔を有し、かつこの重りを囲うように形成された厚肉状の支持体と、前記重りの外周と前記支持体の内周を連結する薄肉状の梁とからなり、前記梁の上面に歪ゲージが形成された2個の半導体加速度センサが加速度検出方向に対し、それら各々の加速度検出方向が所定の角度をなして対称に配置されてなるようにする。そしてこれら各半導体加速度センサはそれぞれその梁が重りの中心に対し互に 180° の回転移動で合致する一対の薄肉状の梁を1組とする第1および第2の組の梁からなり、これら梁の重りおよび支持体の結合部の上面にそれぞれ梁の長さ方向に歪ゲージが形成され、かつこれら梁の上面にパッシベーション膜が形成されたものからなるようにする。更にこれら各半導体加速度センサはそれぞれその重りの動作変位量以上の変位を防ぐストッパが設けられたものからなるようにする。

【0016】

【作用】本発明の半導体加速度センサは、2個の半導体加速度センサが加速度検出方向に対しそれら各々の加速度検出方向が所定の角度をなして対称に配置されてなるようにし、例えば加速度検出方向に対しこれら各半導体加速度センサの加速度検出角度範囲の $1/2$ の角度をなして対称に配置しこれら各半導体加速度センサの検出出力を加算することにより、この半導体加速度センサの加速度検出角度範囲は各半導体加速度センサの加速度検出角度範囲の約2倍に拡大される。更に各半導体加速度センサはそれぞれその梁が重りの中心に対し互に 180° の回転移動で合致する一対の薄肉状の梁を1組とする第1および第2の組の梁からなり、これら梁の重りおよび支持体の結合部の上面にそれぞれ梁の長さ方向に歪ゲージが形成され、かつこれら梁の上面にパッシベーション膜が形成されたものからなるようにしたので、パッシベーション膜による歪ゲージの抵抗変化が打ち消し合ってオフセット出力を生じることとはなくなる。更にまた各半導体加速度センサはそれぞれその重りの動作変位量以上の変位を防ぐストッパが設けられたものからなるようにしたので、このストッパによって耐衝撃性が向上する。

【0017】

【実施例】図1および図2は本発明の半導体加速度センサの一実施例を示し、図1は要部断面図、図2は加速度検出感度特性図である。図1および図2において、2個の半導体加速度センサ、例えば図7に示される2個の半導体加速度センサ8Aおよび8Bが加速度検出方向P、例えば自動車10の前方向に対しそれら各々の加速度検出方向 P_A および P_B が所定の角度 θ_1 をなして対称に配置されている。なお、92は取付台であり、実装基板91に固定されている。93は端子台であり、各半導体加速度センサ8A、8Bと接続線94によって接続されている。ここで加速度検出方向Pと各半導体加速度センサ8Aあるいは8Bとのずれ角 θ_1 を、例えばこれら各

半導体加速度センサ8Aあるいは8Bの加速度検出角度範囲の $1/2$ の角度 θ_1 と等しい $\theta_1 = \theta_2$ とし、これら各半導体加速度センサ8Aおよび8Bの検出出力を加算すると、図2に示すようにこの半導体加速度センサの加速度検出角度範囲 $2Q_2$ は $2Q_2 = 2 \cdot 2\theta_1$ となり、各半導体加速度センサ8Aあるいは8Bの加速度検出角度範囲 $2Q_1$ 約60度の約2倍の約120度に拡大される。

【0018】図3はこの半導体加速度センサを保護ケース9に収容したときの一例を示し、図3(a)は保護ケース9の蓋9Aを取り外したときの平面図、図3(b)は断面図である。なお、図3において94はノイズ防止用コンデンサ、95は検出出力の増幅回路、96は引出線用端子、97は引出線を示す。本発明の半導体加速度センサにおいて、2個の各半導体加速度センサ8Aおよび8Bとして、図6に示す半導体加速度センサ、すなわちその梁が重り1の中心に対し互に 180° の回転移動で合致する一対の薄肉状の梁を1組とする第1および第2の組の梁31、33および32、34からなり、これら梁の重り1および支持体2の結合部の上面にそれぞれ梁の長さ方向に歪ゲージ315、311、335、331および325、321、345、341が形成され、かつこれら梁の上面にパッシベーション膜4が形成されたものを用いると、パッシベーション膜による歪ゲージの抵抗変化が打ち消し合ってオフセット出力を生じることなく、例えば自動車用の衝突・振動検知用などの量産形に適したものとなる。更に図7に示す半導体加速度センサ、すなわち図6に示される半導体加速度センサにその重り1の動作変位量 g 以上の変位を防ぐストッパ5、6が設けられたものを用いると、耐衝撃性が向上するので、特に自動車用の衝突・振動検知用などの衝撃の加わる用途に適したものとなる。

【0019】

【発明の効果】本発明の半導体加速度センサは、例えば加速度検出角度範囲が約120度であり、自動車の衝突・振動検知用として用いた場合進行方向および左右斜め方向の広い範囲の加速度が検出でき、かつ量産性および耐衝撃性があり、半導体加速度センサ本来の小型・軽量の特徴と併せて、自動車の衝突・振動検知用をはじめ各種の用途に用いて効果が大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体加速度センサの一実施例を示す要部断面図

【図2】図1に示す半導体加速度センサの加速度検出感度特性図

【図3】図1に示す半導体加速度センサを保護ケースに収容したときの一例を示し、(a)は保護ケースの蓋を取り外したときの平面図、(b)は断面図

【図4】従来の半導体加速度センサの一例を示し、(a)は斜視図、(b)は断面図、(c)は回路図

【図5】従来の半導体加速度センサの異なる例を示し、
(a)は平面図、(b)は断面図、(c)は回路図

【図6】従来の半導体加速度センサの更に異なる例を示し、
(a)は平面図、(b)は断面図、(c)は回路図

【図7】従来の半導体加速度センサの更に異なる例を示す断面図

【図8】図4ないし図7に示す従来の半導体加速度セン

サの加速度検出感度特性図

【符号の説明】

8 A 半導体加速度センサ

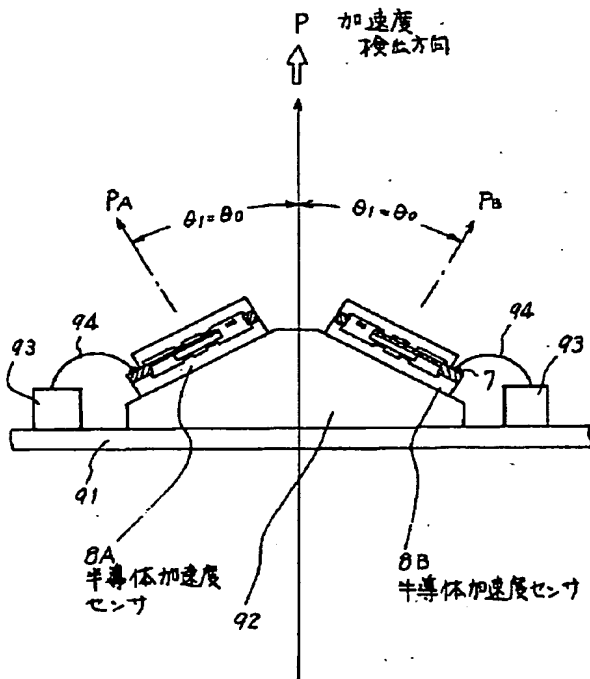
8 B 半導体加速度センサ

P 加速度検出方向

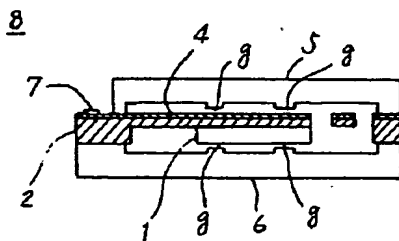
P_A 半導体加速度センサ8 Aの加速度検出方向

P_B 半導体加速度センサ8 Bの加速度検出方向

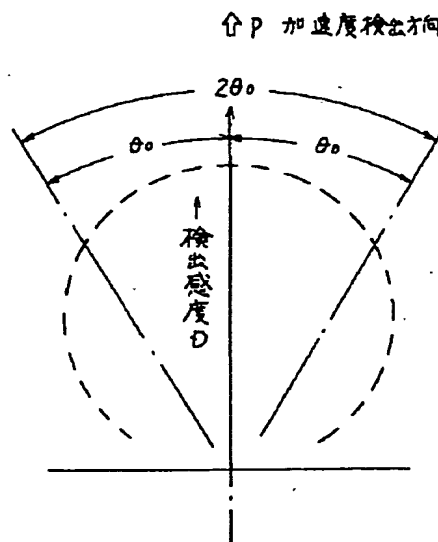
【図1】



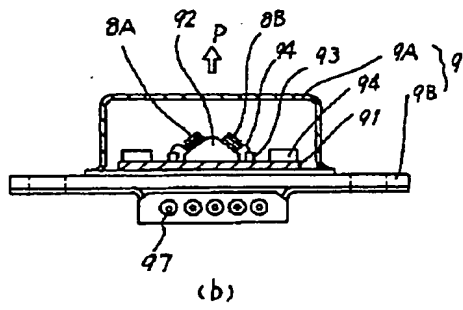
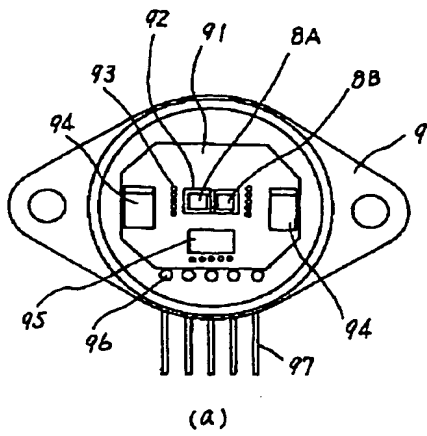
【図7】



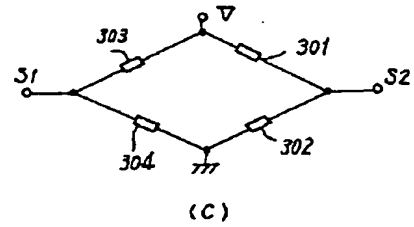
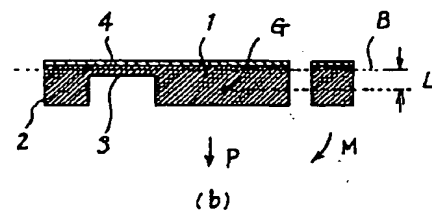
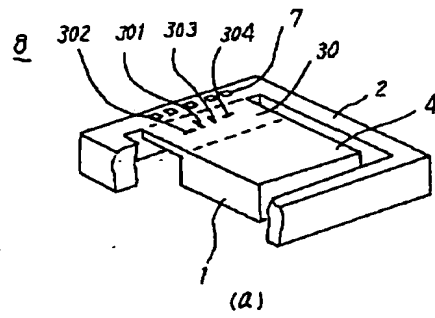
【図8】



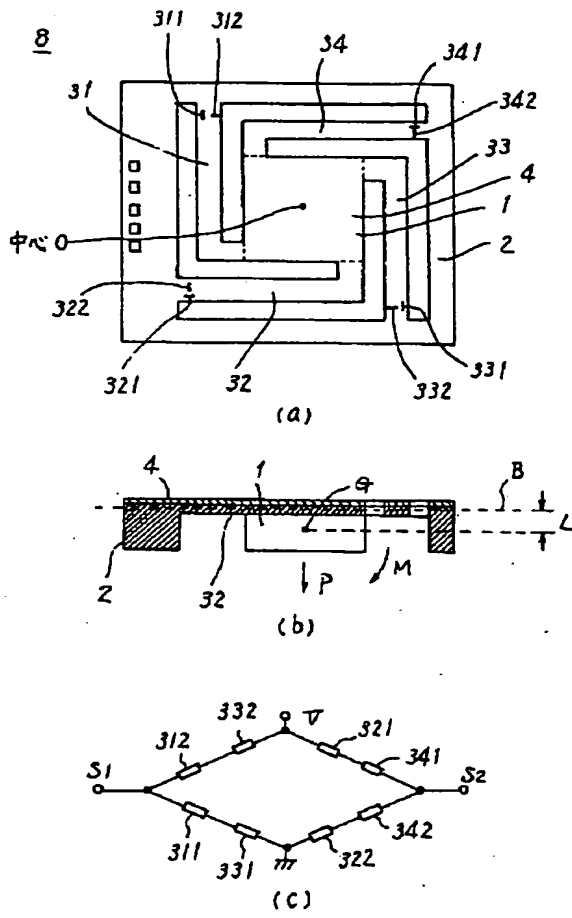
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

